

Anlage und Verfahren zum Trocknen von Gegenständen

=====

05

Die Erfindung betrifft eine Anlage zum Trocknen von Gegenständen mit

- a) einer Trocknerkabine, die mindestens einen Abschnitt
10 aufweist, in welchem die Gegenstände heißer Luft ausgesetzt sind;
- b) einer Heizeinrichtung, welche die in die Trocknerkabine eingeführte Luft erhitzt;

15

sowie

ein Verfahren zum Trocknen von Gegenständen, bei dem Luft erhitzt und die Gegenstände mit erhitzter Luft
20 beaufschlagt werden.

Sowohl aus Umwelt- als auch aus Kostengründen wird dem Umgang mit Energie beim Trocknen von Gegenständen zunehmend Beachtung geschenkt. Insbesondere beim Trocknen von
25 großen, lackierten Gegenständen, wie beispielsweise Fahrzeugkarosserien, müssen erhebliche Energiemengen eingesetzt werden, so daß Energieeinsparungen zu erheblichen Kostenreduzierungen führen.

30 Bei bekannten Trocknern der eingangs genannten Art, wie sie insbesondere zum Trocknen von frisch lackierten Fahrzeugkarosserien verwendet werden, finden als Heizeinrichtung für die Trocknerluft thermische Nachverbrennungsvorrichtungen Verwendung. Diese thermischen Nachverbren-
35 nungsvorrichtungen tragen zur Energieeinsparung schon

insoweit bei, als sie der der Trocknerkabine entnommenen, kohlenwasserstoffhaltigen Luft durch Verbrennung ihren Energiegehalt entzieht und dabei diese Luft gleichzeitig reinigt.

05

Im allgemeinen reicht jedoch der Energiegehalt der Abluft der Trocknerkabine nicht aus, um die zur vollständigen Reinigung erforderliche Verbrennungstemperatur zu erreichen. Der zu entsorgende Trockner-Abluftstrom muß daher auf eine
10 zur vollständigen Oxidation der in der Trockner-Abluft enthaltenen organischen Bestandteile notwendige Temperatur aufgeheizt werden. Hierzu sind entsprechende Brennstoffe zuzuführen. Die heiße, die thermische Nachverbrennungsvorrichtung verlassende Luft wird nunmehr einem oder mehreren
15 Wärmetauschern zugeführt, indem sie einen Teil ihrer Wärmeenergie der in der Trocknerkabine umgewälzten Luft übergeben. Ein direktes Einleiten der Verbrennungsluft der thermischen Nachverbrennungsvorrichtung in die Trocknerkabine ist wegen der unter Umständen die Qualität der
20 Lackoberfläche störenden in der Abluft noch vorhandenen bzw. entstehenden Fremdstoffe und der schlechteren Temperaturregelung zu vermeiden. Die aus der thermischen Nachverbrennungsvorrichtung stammenden und in dem oder den Wärmetauschern abgekühlte Luft wird sodann mit einer
25 Temperatur dem Kamin zugeleitet, die sich nicht allzusehr von der im Inneren der Trocknerkabine herrschenden Temperatur unterscheidet. Typisch ist ein Wert von 160° C.

Obwohl mit diesen bekannten Trocknern bereits erhebliche
30 Energieeinsparungen erzielt werden, wird nach weiteren Möglichkeiten gesucht, Energie zu sparen. Außerdem bedeuten die Wärmetauscher, die aus den oben erwähnten Gründen eingesetzt werden müssen, einen verhältnismäßig hohen apparativen Aufwand.

35

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Vorrichtung und ein Verfahren der eingangs genannten Art anzugeben, mit denen bei geringerem apparativem Aufwand mit geringerem Einsatz an Primärenergie getrocknet werden
05 kann.

Diese Aufgabe wird, was die Vorrichtung angeht, dadurch gelöst, daß

10 c) die Heizeinrichtung mindestens eine Hochtemperatur-Brennstoffzelle umfaßt, deren Prozess-Abluft der Trocknerkabine als heiße Luft zuführbar ist;

d) eine Steuerung vorgesehen ist, welche
15

da) die Hochtemperatur-Brennstoffzelle ungeachtet der von ihr erzeugten elektrischen Energie so betreibt, daß die von ihr erzeugte thermische Energie dem Bedarf in der Trocknerkabine
20 entspricht;

db) die von der Hochtemperatur-Brennstoffzelle erzeugte elektrische Energie in der jeweils anfallenden Menge anderen Verbrauchern zuführt.
25

Es ist bekannt, daß in Hochtemperatur-Brennstoffzellen zwei Arten von Energie, nämlich elektrische und thermische Energie anfallen. Ebenso bekannt ist, daß dann, wenn beide Arten von Energie verwendet werden können, ein Nutzungsgrad
30 der Primärenergie von bis zu 90 % erreicht werden kann. Bisher wurden die Hochtemperatur-Brennstoffzellen allerdings primär in der Absicht eingesetzt, so viel wie möglich elektrische Energie zu erzeugen; für die thermische Energie, die sich dabei zwangsläufig ergab, wurden dann geeignete
35 Verbraucher gesucht. Wo es solche Verbraucher nicht gab,

ging die thermische Energie verloren.

Erfindungsgemäß wird dieses bekannte Konzept, Hochtemperatur-Brennstoffzellen zu betreiben, auf den Kopf gestellt:

05 Für den Einsatz bei Trocknern wird die Brennstoffzelle primär als Heizeinrichtung betrachtet, welche zur Erhitzung der Trocknerluft thermische Energie liefert. Dementsprechend wird die Hochtemperatur-Brennstoffzelle auch entsprechend dem Bedarf an thermischer Energie in der Trock-

10 nerkabine betrieben. Dabei ist es zunächst unerheblich, wieviel elektrische Energie in diesem Zusammenhang zwangsläufig mit anfällt. Für diese elektrische Energie gilt nunmehr das Prinzip, daß sich immer Verbraucher finden, denen diese elektrische Energie zuführbar ist. Dies

15 fällt umso leichter, als elektrische Energie eine höherwertige Energieform ist, die vielseitiger einsetzbar ist als thermische Energie.

Für die Verwertung der anfallenden elektrischen Energie

20 wird vorteilhaft die folgende Philosophie befolgt: Die Steuerung setzt die elektrische Energie der Hochtemperatur-Brennstoffzelle primär für zur Anlage selbst gehörende elektrische Verbraucher und sekundär für außerhalb der Anlage befindliche elektrische Verbraucher ein. Auf diese

25 Weise wird die Anlage hinsichtlich der elektrischen Energie weitgehend autark. Da der Bedarf an thermischer Energie in Trocknern sehr hoch sein kann, wird in vielen Fällen mehr elektrische Energie erzeugt, als die Verbraucher in der Anlage selbst abnehmen können. Erst diese überschüssige

30 Energie wird dann an Verbraucher außerhalb der Anlage selbst abgeführt.

Sollte die von der Hochtemperatur-Brennstoffzelle erzeugte thermische Energie insbesondere beim Anfahren der Anlage,

35 nicht ausreichen, muß aus dem elektrischen Netz nachge-

speist werden.

Innerhalb der Anlage selbst wird die elektrische Energie der Hochtemperatur-Brennstoffzelle primär für die der
05 Wärmeerzeugung dienenden elektrischen Verbraucher, z. B. für Infrarot-Strahler, und erst sekundär für andere elektrische Verbraucher, z. B. elektrische Antriebe, eingesetzt.

10 Auch dieses Prinzip spiegelt wieder, daß erfindungsgemäß die Hochtemperatur-Brennstoffzelle als Quelle thermischer Energie betrachtet wird. Soweit also elektrische Energie überschüssig ist, kann diese zur Erwärmung der zu trocknenden Gegenstände verwendet werden, was wiederum
15 den Bedarf an erhitzter Luft reduziert. Die Brennstoffzelle kann dann insgesamt mit geringerer Leistung betrieben werden, wenn ein möglichst autarker Betrieb der gesamten Anlage angestrebt wird.

20 Wenn nach dem Speisen der der Wärmeerzeugung dienenden elektrischen Verbraucher der Anlage noch elektrische Energie übrigbleibt, wird diese für elektrische Antriebe möglichst innerhalb der Anlage selbst, also beispielsweise für die Motoren von verwendeten Gebläsen oder auch von
25 Fördereinrichtungen verwendet.

Erst wenn die elektrische Energie innerhalb der Anlage selbst nicht verbraucht werden kann, wird bei einer vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen
30 Anlage die überschüssige Energie primär einem Energiespeicher und sekundär dem allgemeinen elektrischen Netz zugeführt. Als Energiespeicher kommen sowohl eine Batterie als auch eine Elektrolyseeinrichtung zur Erzeugung von Wasserstoff in Betracht. Auch die Energiespeicher erhöhen
35 die Autarkie der Anlage, da ihnen in Phasen, in denen

die elektrische und/oder thermische Leistung der Hochtemperatur-Brennstoffzelle nicht ausreicht, Energie entnommen werden kann.

- 05 Bei bekannten Anlagen der eingangs genannten Art wurden, wie oben schon erwähnt, thermische Nachverbrennungsvorrichtungen eingesetzt, um die erheblichen Energiemengen, die benötigt werden, zu gewinnen und gleichzeitig die Trockner-Abluft zu reinigen. Da bei erfindungsgemäßen
- 10 Anlagen die erhitzte Trocknerluft jedenfalls zum überwiegenden Anteil aus der Hochtemperatur-Brennstoffzelle stammt, kann zum Reinigen der die Trockenkammer verlassenden kohlenwasserstoffhaltigen Luft eine regenerative Nachverbrennungsvorrichtung vorgesehen werden. Diese
- 15 führt den Reinigungsvorgang mit geringerem Energieaufwand als eine thermische Nachverbrennungsvorrichtung durch. Die hierbei freiwerdende überschüssige thermische Energie reicht zum Betrieb des Trockners nicht aus.
- 20 Gleichwohl kann es nach einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sinnvoll sein, einen Wärmetauscher vorzusehen, in welchem ein Wärmetausch zwischen der regenerativen Nachverbrennungsvorrichtung entnommener heißer Luft und der Außenatmosphäre entnommener und
- 25 der Trocknerkabine zugeführter Luft stattfindet. In diesem Wärmetauscher wird also dem die regenerative Nachverbrennungseinrichtung verlassenden, nur noch eine geringe Temperatur aufweisendem Gas, noch weitere Wärme entnommen, um sie der Nutzung innerhalb der Trocknerkabine
- 30 zuzuführen.

Die o. g. Aufgabe wird, was das Verfahren zum Trocknen von Gegenständen angeht, dadurch gelöst, daß

- 35 a) als heiße Luft die Prozess-Abluft einer Hochtemperatur-

Brennstoffzelle verwendet wird;

- 05 b) die Hochtemperatur-Brennstoffzelle ungeachtet der
dabei erzeugten elektrischen Energie entsprechend
dem Bedarf an thermischer Energie bei dem Trockner-
vorgang betrieben wird;
- 10 c) die von der Hochtemperatur-Brennstoffzelle erzeugte
elektrische Energie in der jeweils anfallenden Menge
elektrischen Verbrauchern zugeführt wird.

Die Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens entsprechen
sinngemäß den o. g. Vorteilen der erfindungsgemäßen
Vorrichtung.

15 Vorteilhafte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen
Verfahrens, die ebenfalls ihr Analogon in oben schon
erläuterten Ausführungsformen der erfindungsgemäßen
Vorrichtung finden, sind in den Ansprüchen 8 bis 12
20 angegeben.

Da beim erfindungsgemäßen Verfahren im allgemeinen elek-
trische Energie zur freien Verfügung steht, macht es
Sinn, nach Erreichen der Betriebstemperatur der Brenn-
25 stoffzelle zumindest teilweise das Brenngas durch elek-
trische Energie zu erhitzen. Dadurch erhöht sich der
thermische Wirkungsgrad. Die Austrittstemperatur der
Prozess-Abluft erhöht sich so auf etwa 600° C.

30 Wo in der Trocknerkabine eine Inertatmosphäre benötigt
wird, insbesondere bei der Verarbeitung von UV-härtenden
Lacken, kann die Prozess-Abluft der Hochtemperatur-Brenn-
stoffzelle direkt die Inertatmosphäre bilden. Sie ist von
Hause aus hinreichend sauber und besteht insbesondere bei
35 Verwendung von Erdgas als Brenngas nahezu ausschließlich

aus Kohlendioxid, das bei der Aushärtung von UV-Lacken eine wichtige Rolle spielt.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend
05 anhand der Zeichnung näher erläutert; es zeigen

Figur 1 schematisch eine Anlage zum Trocknen von Fahrzeugkarosserien;

10 Figur 2 etwas detaillierter eine in der Anlage der Figur 1 enthaltene Hochtemperatur-Brennstoffzelle sowie deren nächste Umgebung;

Figur 3 eine zweite Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Anlage.
15

Die in der Zeichnung dargestellte Anlage zum Trocknen von Fahrzeugkarosserien umfaßt als zentrale Komponente die eigentliche Trocknerkabine 1, die durch eine Trennwand 2 in eine Vorerwärmungszone 3 und eine Haupt-Trocknungszone 4 unterteilt ist. Die frisch lackierten Fahrzeugkarosserien werden mit Hilfe eines nicht dargestellten Fördersystems zunächst in die Vorerwärmungszone 3 eingebracht und dort durch die kombinierte Wirkung einer
25 über eine Leitung 5 eingebrachten Heißluft und elektrisch betriebener Infrarotstrahler 6 auf eine Temperatur von etwas unter 100^o C gebracht. Dabei wird der größte Teil des Lösemittels ausgetrieben. Die stark lösemittelhaltige Luft wird über eine Leitung 7 der Trocknerkabine entnommen
30 und einer weiter unten beschriebenen Nachbehandlung zugeführt.

Die so vorerwärmten Fahrzeugkarosserien gelangen sodann in die Haupttrocknungszone 4, die ihrerseits nocheinmal
35 in eine Aufwärm- und eine Haltezone unterteilt sein kann.

Durch die im Vergleich zur Vorerwärmungszone 3 größere Länge der Haupttrocknungszone 4 wird angedeutet, daß sich die Fahrzeugkarosserien in der Haupttrocknungszone 4 länger als in der Vorerwärmungszone 3 befinden. Bei einem
05 kontinuierlichen Durchlaufverfahren spiegeln sich diese unterschiedlichen Behandlungszeiten in unterschiedlichen Anlagenlängen wieder.

Innerhalb der Haupttrocknungszone 4 werden die Fahrzeug-
10 karosserien zum einen mit heißer Luft, die ebenfalls über die Leitung 5 zugeführt wird, zum anderen aber mit Prozess-Abluft, die über Leitungen 8 eingespeist wird, auf eine Temperatur von 180° C gebracht. Die heiße Luft innerhalb des Haupttrocknerabschnitts 4 wird zur gleich-
15 mäßigen Erwärmung mit Hilfe von Gebläsen 9 umgewälzt. Bei der geschilderten Temperatur entweichen die restlichen Lösemittel aus dem Lack auf den Fahrzeugkarosserien; der Lack wird ausgehärtet.

20 Zur Erzeugung der über die Leitungen 8 in den Haupttrocknerabschnitt 4 eingespeisten heißen Prozess-Abluft werden eine oder mehrere Hochtemperatur-Brennstoffzellen 10 eingesetzt. Derartige Hochtemperatur-Brennstoffzellen 10 können mit praktisch allen kohlenwasserstoffhaltigen Brenngasen
25 betrieben werden, insbesondere mit Erdgas aber auch Biogas, Klärgas, Deponiegas oder sonstigen industriellen Restgasen, wie sie auch in der Lackiertechnik anfallen. Das Brenngas wird der Hochtemperatur-Brennstoffzelle 10 über die Leitung 21 zugeführt. Es wird dort mit Hilfe
30 einer elektrischen Heizvorrichtung 22 (vgl. Figur 2) auf Betriebstemperatur gebracht. Die Heizvorrichtung 22 wird während des Anfahrens der Anlage aus Fremdstrom gespeist und nach Erreichen der Betriebstemperatur mit dem von der Hochtemperatur-Brennstoffzelle 10 selbst
35 erzeugten Strom betrieben. Dies deshalb, weil elektrische

Energie im allgemeinen im Überschuß vorhanden ist, während die thermische Energie der Hochtemperatur-Brennstoffzelle 10 möglichst vollständig der Trocknerkabine 1 zugeführt werden sollte.

05

Die zur Verbrennung erforderliche Luft wird über eine mit der Außenatmosphäre verbundene Leitung 23, in der eine steuerbare Klappe 24 liegt, zugeführt.

- 10 Im Inneren der Hochtemperatur-Brennstoffzelle 10 herrscht eine Temperatur von etwa 650° . Es entsteht eine Prozess-Abluft, die mit einer Temperatur von etwa 600° C die Hochtemperatur-Brennstoffzelle 10 verläßt. Diese Prozess-Abluft ist praktisch frei von Verunreinigungen, so daß
- 15 sie über die Leitungen 8 ohne Zwischenschalten eines Wärmetauschers direkt in die Trocknerkabine 1 eingegeben werden kann, wo eine Temperatur von etwa 180° C eingestellt wird. Werden in der Trocknerkabine 1 UV-härtende Lacke verarbeitet, so kann die hierfür erforderliche In-
- 20 ertatmosphäre direkt von der Prozess-Abluft gebildet werden, die insbesondere bei der Verwendung von Erdgas als Brenngas weit überwiegend aus Kohlendioxid besteht.

Knapp 60 % der gesamten Energie fällt als elektrische

25 Energie, reichlich 40 % als thermische Energie an.

Bevor auf die Verwendung der verschiedenen Energiearten und die hierfür eingesetzte Steuerung der Hochtemperatur-Brennstoffzelle 10 eingegangen wird, sei zunächst die

30 Beschreibung der gesamten Anlage zu Ende geführt:

Die die Trocknerkabine 1 über die Leitung 7 verlassende, stark lösemittelhaltige Abluft wird zunächst einer regenerativen Nachverbrennungsvorrichtung 11 zugeführt, in

35 welcher die organischen Verunreinigungen verbrannt, die

Abluft somit gereinigt wird. Diese gereinigte, etwa 230^o C heiße Abluft wird mit Hilfe eines Gebläses 12 einem Kamin 13 entweder direkt oder auf dem Umweg über einen Wärmetauscher 14 zugeleitet. Die heiße gereinigte Luft
05 gibt dort einen Teil ihrer Wärme an Atmosphärenluft von etwa 20^o C ab, die mit Hilfe eines weiteren Gebläses 15 angesaugt, durch den Wärmetauscher 14 hindurchgedrückt und sodann über die oben schon erwähnte Leitung 5 in die Trocknerkabine 1 mit einer Temperatur von etwa 180^o C
10 eingebracht wird. Die Leitung 5 führt weiter zu einer steuerbaren Klappe 25 und mündet zwischen der Klappe 24 und der Hochtemperatur-Brennstoffzelle 10 in die Leitung 24. Durch Einstellen der Klappen 24 und 25 können ersichtlich die Menge und die Temperatur der
15 der Hochtemperatur-Brennstoffzelle 10 zugeleiteten Luft bestimmt werden.

Das Energiemanagement der gesamten Anlage erfolgt mit Hilfe einer elektronischen Steuerung in folgender Weise:

20 Die primäre Steuergröße ist der Bedarf an thermischer Energie, der in der Haupttrocknerzone 4 benötigt wird. Die Brennstoffzelle 10 wird so betrieben, daß die erforderliche thermische Energie erzeugt und die entsprechenden
25 Mengen erhitzter Abluft über die Leitungen 8 in die Haupttrocknerzone 4 eingegeben werden können. Dabei wird auf die gleichzeitig anfallende elektrische Energie keine Rücksicht genommen. Mit dieser wird wie folgt verfahren: Zunächst werden über die Leitung 18 diejenigen
30 elektrischen Verbraucher der Anlage selbst versorgt, die der Wärmegewinnung dienen, insbesondere also den Infrarotstrahlern 6 und die elektrische Heizeinrichtung 22. Überschüssige elektrische Energie wird über die Leitungen 17 den innerhalb der Anlage vorhandenen Gebläsen
35 12, 15 zugeleitet. Bei üblichen Trockneranlagen verbleibt

auch jetzt noch überschüssige elektrische Energie, mit welcher über die Leitung 19 elektrische Antriebe, z. B. des die Fahrzeugkarosserien transportierenden Förderers, versorgt werden. Verbleibt dann noch elektrische Energie, 05 wird diese über die Leitung 20 entweder in das elektrische Netz abgegeben oder zwischengespeichert, beispielsweise in Form einer elektrolytischen Wasserstofferzeugung.

Das in Figur 3 dargestellte Ausführungsveispiel einer 10 Trockneranlage unterscheidet sich von dem oben anhand der Figuren 1 und 2 beschriebenen nur dadurch, daß keine Nachverbrennungsvorrichtung und kein diesem nachgeschalteter Wärmetauscher, der Wärme von der die regenerative Nachverbrennungsvorrichtung verlassenden Luft auf die aus 15 der Außenatmosphäre angesaugte Luft überträgt, vorgesehen sind. Statt dessen mündet die Leitung 5 über eine steuerbare Klappe 28 in die zum Kamin 13 führende Leitung 26; die Leitung 27, über welche Frischluft angesaugt wird, enthält ebenfalls eine steuerbare Klappe 29 und mündet zwischen 20 dem Gebläse 15 und der Leitung 26 in die Leitung 5. Über die Klappen 28 und 29 lassen sich ersichtlich Menge und Temperatur der der Trocknerkabine 1 zugeführten Luft bestimmen.

Patentansprüche

=====

05

1. Anlage zum Trocknen von Gegenständen mit

a) einer Trocknerkabine, die mindestens einen Abschnitt aufweist, in welchem die Gegenstände heißer Luft ausgesetzt sind;

10

b) einer Heizeinrichtung, welche die in die Trocknerkabine eingeführte heiße Luft erhitzt;

15 dadurch gekennzeichnet, daß

c) die Heizeinrichtung mindestens eine Hochtemperatur-Brennstoffzelle (10) umfasst, deren Prozess-Abluft der Trocknerkabine (1) als heiße Luft zuführbar ist;

20

d) eine Steuerung vorgesehen ist, welche

da) die Hochtemperatur-Brennstoffzelle (10) ungeachtet der von ihr erzeugten elektrischen Energie so betreibt, daß die von ihr erzeugte thermische Energie dem Bedarf in der Trocknerkabine (1) entspricht;

25

db) die von der Hochtemperatur-Brennstoffzelle (10) erzeugte elektrische Energie in der jeweils anfallenden Menge anderen elektrischen Verbrauchern zuführt.

30

2. Anlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung die elektrische Energie der Hochtempe-

35

ratur-Brennstoffzelle (10) primär für zur Anlage selbst gehörende elektrische Verbraucher (6, 12, 15) und sekundär für außerhalb der Anlage befindliche elektrische Verbraucher einsetzt.

05

3. Anlage nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, da die Steuerung die elektrische Energie der Hochtemperatur-Brennstoffzelle (10) innerhalb der Anlage selbst primär für die der Wärmeerzeugung dienenden elektrischen Verbraucher (6), z. B. für Infrarotstrahler, und sekundär für andere elektrische Verbraucher, z. B. elektrische Antriebe, einsetzt.

4. Anlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung die überschüssige, nicht in der Anlage selbst verbrauchte elektrische Energie der Hochtemperatur-Brennstoffzelle (10) primär einem Energiespeicher und sekundär dem allgemeinen elektrischen Netz zuführt.

20

5. Anlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine regenerative Nachverbrennungsvorrichtung (11) vorgesehen ist, welcher der Trockenkammer (1) entnommene kohlenwasserstoffhaltige Luft zur Reinigung zugeführt wird.

6. Anlage nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß ein Wärmetauscher (14) vorgesehen ist, in welchem ein Wärmetausch zwischen der regenerativen Nachverbrennungsvorrichtung (11) entnommener heißer Luft und der Außenatmosphäre entnommener und der Trocknerkabine (1) zugeführter Luft stattfindet.

7. Verfahren zum Trocknen von Gegenständen, bei dem Luft erhitzt und die Gegenstände mit der erhitzten

35

Luft beaufschlagt werden,

dadurch gekennzeichnet, daß

- 05 a) als heiße Luft die Prozess-Abluft einer Hochtemperatur-Brennstoffzelle (10) verwendet wird;
- b) die Hochtemperatur-Brennstoffzelle (10) ungeachtet der dabei erzeugten elektrischen Energie entsprechend dem Bedarf an thermischer Energie für den Trocknungs-
10 vorgang betrieben wird;
- c) die von der Hochtemperatur-Brennstoffzelle (10) erzeugte elektrische Energie in der jeweils anfallenden
15 Menge elektrischen Verbrauchern zugeführt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Energie der Hochtemperatur-Brennstoffzelle (10) primär für zur Anlage selbst gehörende elektrische Verbraucher (6, 12, 15) und sekundär für außerhalb der Anlage befindliche elektrische Verbraucher verwendet wird.

20

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Energie der Hochtemperatur-Brennstoffzelle innerhalb der Anlage selbst primär für die der Wärmeerzeugung dienende elektrischen Verbraucher, z. B. für Infrarot-Strahler und sekundär für andere elektrische Verbraucher, z. B. elektrische
30 Antriebe, verwendet wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die überschüssige, nicht in der Anlage selbst verbrauchte elektrische Energie der
35 Hochtemperatur-Brennstoffzelle (10) primär einem Ener-

giespeicher und sekundär dem allgemeinen elektrischen Netz zugeführt wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch
05 gekennzeichnet, daß die beim Trocknen entstehende
kohlenwasserstoffhaltige Luft regenerativ nachverbrannt
wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet,
10 daß die durch Nachverbrennen erhitzte Luft zur Er-
wärmung von Luft verwendet wird, die der Außenatmos-
phäre entnommen und dem Trocknungsvorgang zugeführt
wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 12, da-
durch gekennzeichnet, daß nach Erreichen der Be-
triebstemperatur der Brennstoffzelle (10) das Brenn-
gas zumindest teilweise durch von der Brennstoffzelle
(10) selbst gelieferte elektrische Energie erwärmt wird.
15

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 13, da-
durch gekennzeichnet, daß die Prozess-Abluft der
Hochtemperatur-Brennstoffzelle (10) in der Trocknerkabine
(1) eine Inertatmosphäre bildet.
20

25

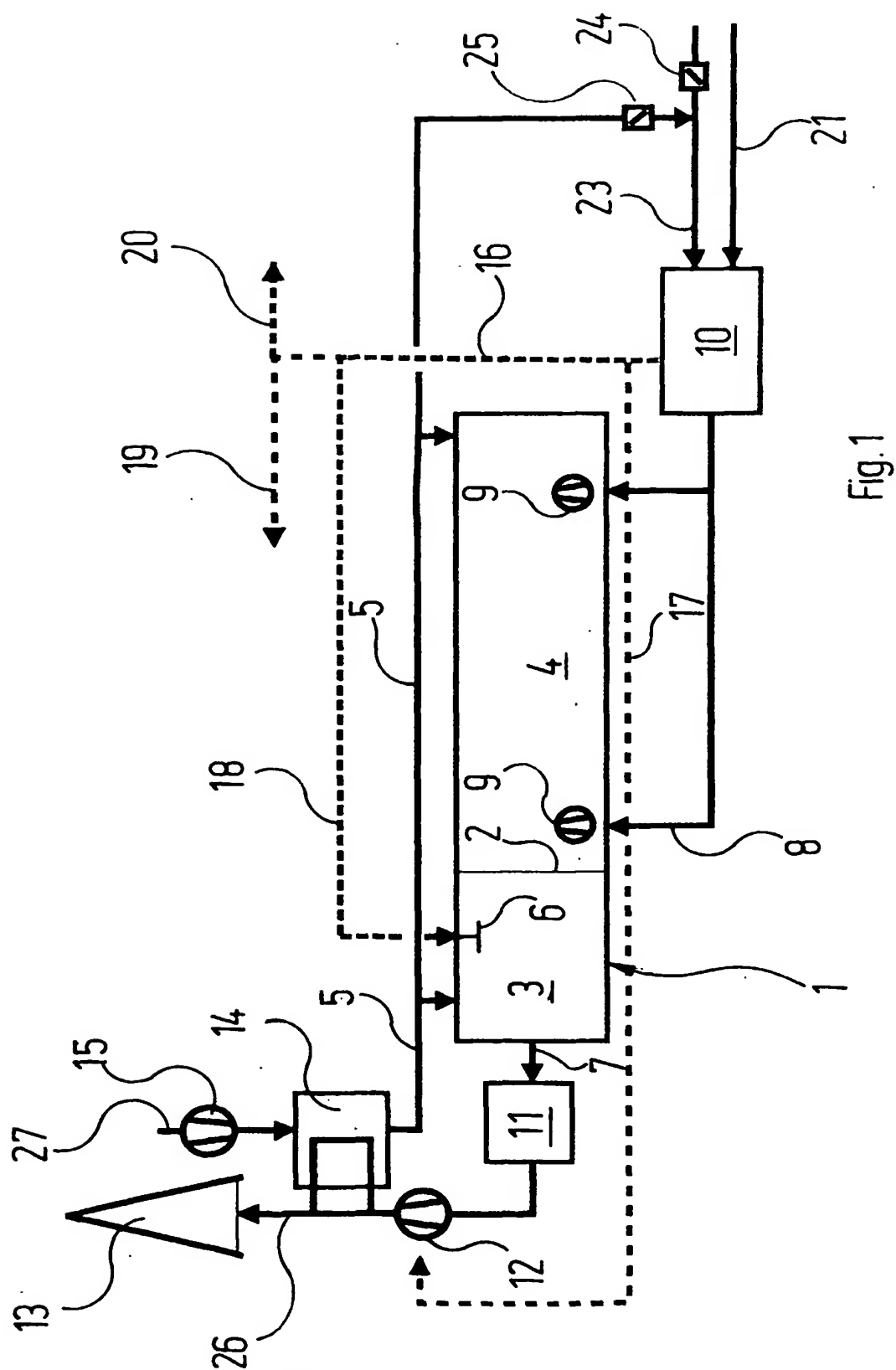


Fig. 1

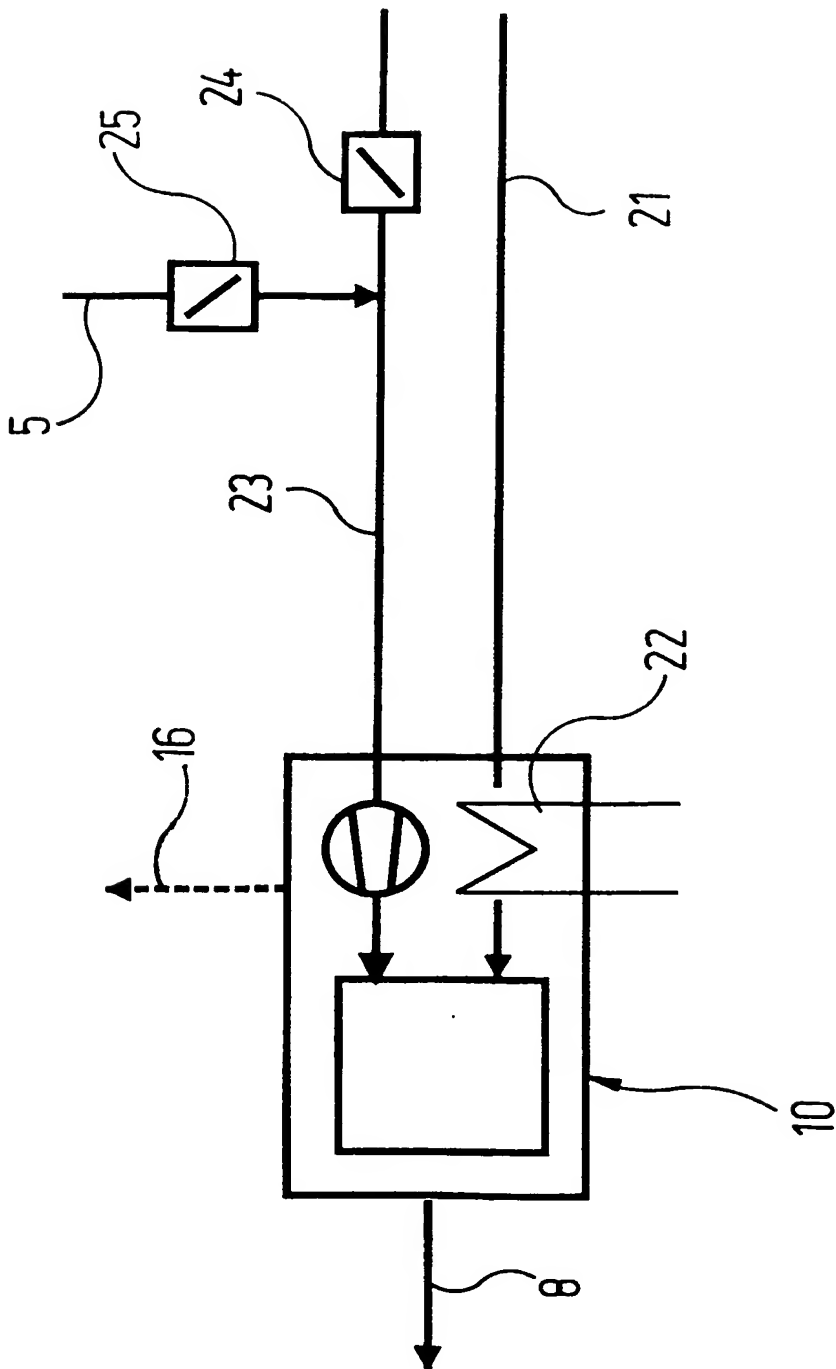
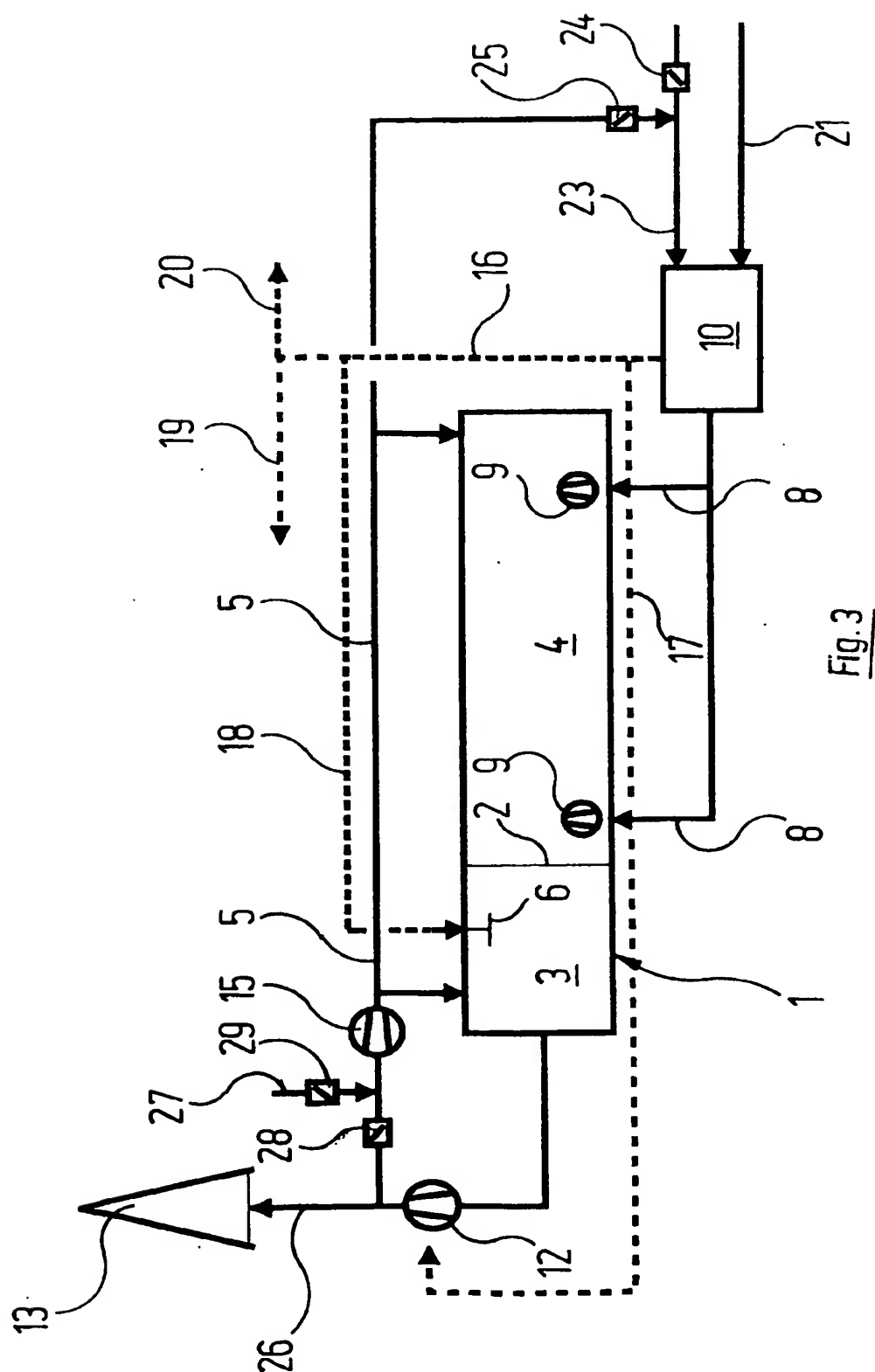


Fig. 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/011036

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F26B23/02 F26B15/12

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F26B H01M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| A | US 4 656 758 A (NAKAYAMA ET AL) 14 April 1987 (1987-04-14) the whole document | 1,7 |
| P,A | DE 102 42 155 A1 (WELLA AG) 25 March 2004 (2004-03-25) the whole document | 1,7 |
| A | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2003, no. 12, 5 December 2003 (2003-12-05) & JP 2003 282082 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP), 3 October 2003 (2003-10-03) abstract | |
| A | DE 44 42 859 A1 (KLEMM, MANFRED, 12683 BERLIN, DE; KLEMM, MANFRED) 5 June 1996 (1996-06-05) | |
| -/-- | | |

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance, the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

Z document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

2 May 2005

Date of mailing of the international search report

11/05/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P. B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Silvis, H

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/011036

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|--|-----------------------|
| A | WO 03/042520 A (ABB OY; PYLKKAENEN, JUHANI; VETOLA, JARI) 22 May 2003 (2003-05-22) | |
| A | US 3 668 785 A (STEPHEN ANTHONY RODWIN) 13 June 1972 (1972-06-13) | |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/011036

| Patent document cited in search report | | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|----|---------------------|----------------------------|---------------------|
| US 4656758 | A | 14-04-1987 | JP 1501645 C | 28-06-1989 |
| | | | JP 61050671 A - | 12-03-1986 |
| | | | JP 63052548 B | 19-10-1988 |
| DE 10242155 | A1 | 25-03-2004 | AU 2003237653 A1 | 04-05-2004 |
| | | | WO 2004032668 A1 | 22-04-2004 |
| JP 2003282082 | A | 03-10-2003 | NONE | |
| DE 4442859 | A1 | 05-06-1996 | NONE | |
| WO 03042520 | A | 22-05-2003 | FI 20012142 A | 07-05-2003 |
| | | | WO 03042520 A1 | 22-05-2003 |
| US 3668785 | A | 13-06-1972 | CA 937045 A1 | 20-11-1973 |
| | | | DE 2038289 A1 | 25-02-1971 |
| | | | FR 2058145 A5 | 21-05-1971 |
| | | | GB 1311364 A | 28-03-1973 |
| | | | SE 365605 B | 28-03-1974 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2004/011036

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F26B23/02 F26B15/12

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RESEARCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 F26B H01M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|---|--------------------|
| A | US 4 656 758 A (NAKAYAMA ET AL) 14. April 1987 (1987-04-14) das ganze Dokument | 1,7 |
| P,A | DE 102 42 155 A1 (WELLA AG) 25. März 2004 (2004-03-25) das ganze Dokument | 1,7 |
| A | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 2003, Nr. 12, 5. Dezember 2003 (2003-12-05) & JP 2003 282082 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP), 3. Oktober 2003 (2003-10-03) Zusammenfassung | |
| A | DE 44 42 859 A1 (KLEMM, MANFRED, 12683 BERLIN, DE; KLEMM, MANFRED) 5. Juni 1996 (1996-06-05) | |
| -/- | | |

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

2. Mai 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

11/05/2005

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Silvis, H

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2004/011036

| C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN | | |
|--|--|--------------------|
| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
| A | WO 03/042520 A (ABB OY; PYLKKAEENEN, JUHANI; VETOLA, JARI) 22. Mai 2003 (2003-05-22) ----- | |
| A | US 3 668 785 A (STEPHEN ANTHONY RODWIN) 13. Juni 1972 (1972-06-13) ----- | |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/011036

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | | Datum der Veröffentlichung |
|--|----|-------------------------------|-----------------------------------|---------------|-------------------------------|
| US 4656758 | A | 14-04-1987 | JP | 1501645 C | 28-06-1989 |
| | | | JP | 61050671 A | 12-03-1986 |
| | | | JP | 63052548 B | 19-10-1988 |
| DE 10242155 | A1 | 25-03-2004 | AU | 2003237653 A1 | 04-05-2004 |
| | | | WO | 2004032668 A1 | 22-04-2004 |
| JP 2003282082 | A | 03-10-2003 | KEINE | | |
| DE 4442859 | A1 | 05-06-1996 | KEINE | | |
| WO 03042520 | A | 22-05-2003 | FI | 20012142 A | 07-05-2003 |
| | | | WO | 03042520 A1 | 22-05-2003 |
| US 3668785 | A | 13-06-1972 | CA | 937045 A1 | 20-11-1973 |
| | | | DE | 2038289 A1 | 25-02-1971 |
| | | | FR | 2058145 A5 | 21-05-1971 |
| | | | GB | 1311364 A | 28-03-1973 |
| | | | SE | 365605 B | 28-03-1974 |